

# METABOLITOS EN SUERO SANGUÍNEO DE CERDOS ALIMENTADOS CON DIETAS SUPLEMENTADAS CON CROMO-L-METIONINA<sup>1</sup>

Ramón García-Castillo<sup>2</sup>, Jhonisel Velásquez-Gumecindo<sup>2</sup>, Regino Morones-Reza<sup>2</sup>,  
Jorge Ramsy Kawas-Garza<sup>3</sup>, Jaime Salinas-Chavira<sup>4</sup>

## RESUMEN

**Metabolitos en suero sanguíneo de cerdos alimentados con dietas suplementadas con Cromo-L-metionina.** Un total de 48 cerdos (*Sus scrofa domesticus*; 24 machos castrados y 24 hembras) cruzados (Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace) de 3,5 a 4,0 meses de edad y 60,0 ± 5,0 kg PV en finalización. Se alimentaron con dietas isoproteícas (14,5 % PC) e isoenergéticas (3.400 kcal EM/kg de MS), adicionadas con Cr-L-metionina (MiCroPlex®) (0, 200, 400 y 600 ppb). El experimento tuvo una duración de 45 días y se realizó de agosto a noviembre del 2002 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Saltillo, Coahuila, México. Al tener los animales aproximadamente 95 kg PV, se tomó muestra de 15 ml de sangre por cada animal para determinar la concentración de glucosa, ácido úrico, creatinina, urea, proteínas totales y colesterol. Se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 4; dos para el factor sexo y cuatro para nivel de cromo. Los metabolitos en suero no fueron afectados (P>0,05) por el factor sexo. La glucosa en suero disminuyó (P<0,05) y el colesterol incrementó (P<0,05) con cromo en la dieta. Se concluye que el Cr incrementa el metabolismo de glucosa y disminuye el de colesterol, con lo cual puede haber energía disponible para síntesis de proteína la cual es necesaria para el crecimiento de los animales.

**Palabras clave:** Cromo, cerdos, suero, metabolitos.

## ABSTRACT

**Metabolites in blood serum obtained from pigs fed with diets supplemented with Chromium-L-Methionine.** A total of 48 pigs (*Sus scrofa domesticus*; 24 castrated males and 24 females) of commercial cross-breeds (Yorkshire, Hampshire, Duroc and Landrace) from 3.5 to 4.0 years of age were used. The initial weight was 60.0 ± 5.0 kg during the final growth stage at 45 days. We used (14.5 % CP and 3400 kcal/ME) with chromium addition from September to November 2002. The experiment was carried out at the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, located in Saltillo, Coahuila, Mexico. The effect of Chromium-L-Methionine (MiCroPlex®) (0, 200, 400 y 600 ppb) was evaluated as metabolites concentration in the serum of pigs (Glucose, uric acid, creatinine, urea, total proteins and cholesterol). Results of metabolite analyses were processed as a randomized complete design with a factorial arrangement of 2 x 4 (2 sexes and 4 chromium levels). Metabolite concentrations of pigs were not affected (P>0.05) by the sex factor. Glucose in pig serum decreased (P<0.05), and cholesterol increased (P<0.05) in finishing pigs fed with chromic diets. It is concluded that Cr increases glucose and diminishes cholesterol metabolism, which could result in energy production available for protein synthesis, necessary for animal growth.

**Key words:** Chromium, pigs, serum, metabolites.



<sup>1</sup> Recibido: 25 de abril, 2006. Aceptado: 17 de julio, 2006. Presentado en la LII Reunión del PCCMCA. Nicaragua, 2006.

<sup>2</sup> Depto. de Nutrición y Alimentos, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, México. Email: rgarca@att.net.mx, cienani@uaan.mx.

<sup>3</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México. Email: jkawas@mnamexico.com.

<sup>4</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Email: jsalinasc@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

La concentración de cromo (Cr) en los alimentos comúnmente utilizados en la alimentación de los cerdos (*Sus scrofa domesticus*), varía grandemente; además, el Cr inorgánico, es pobremente absorbido (0,4 a 3,0%) por los animales (Anderson 1987). Debido a esta situación se recomienda utilizar fuentes de Cr orgánico como una alternativa por su mayor biodisponibilidad del Cr (Anderson 1987). La importancia del cromo radica en la utilización de la glucosa y su impacto consecuente sobre la utilización de los azúcares de la dieta, sobre todo en los animales de rápido crecimiento o aquellos que se encuentran bajo un severo estrés fisiológico y físico, donde se incrementó la excreción del cromo en la orina del cerdo (Mavromichalis 1999). Además, Anderson *et al.* (1991), reportan que una rápida hiperglicemia, desequilibrio en la tolerancia a la glucosa, elevada circulación de insulina y glicosuria son síntomas de deficiencia de cromo. Se ha observado que la suplementación dietética con cromo parece ser beneficiosa en estas situaciones, así como el utilizar dietas de alto contenido energético (Lindemann *et al.* 1995). Por otro lado, es bien conocido que el cromo es un nutriente esencial como Factor de Tolerancia a la Glucosa (FTG) (Steele 1977). Como nutriente esencial, una de las funciones principales del cromo es potenciar la acción de la insulina y de esta forma influye en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas; sin cromo la insulina no funciona apropiadamente (Mertz 1993; Southern y Payne 2003).

El interés en el cromo, más que por tener respuesta inmune, es por que trae como beneficio, un rápido crecimiento, aumento de peso, canales magras y además de afectar la tolerancia a glucosa, la sensibilidad a la insulina, o concentración de ácidos grasos no esterificados en plasma. Esta respuesta de eficacia metabólica se obtiene por su disponibilidad biológica (Kegley *et al.* 1999; Matthews *et al.* 2001; Southern y Payne 2003).

La respuesta inmune de los cerdos, al incluir cromo orgánico en la dieta, puede mejorar la concentración de metabolitos en sangre. Situación no observada al utilizar cromo inorgánico. Por lo cual el (NRC) National Research Council (1988; 1998) no presentan un requerimiento de cromo en el cerdo pero establecen que el cromo orgánico es mejor absorbido que la forma inorgánica. Por lo que Shelton *et al.* (2003),

sugieren que la suplementación de cromo puede tener efectos positivos en algunos aspectos en la calidad del cerdo. Esto conduce a pensar que la adición de cromo es necesaria en las dietas de los animales.

El objetivo de este trabajo fue determinar y evaluar la concentración de metabolitos: glucosa, ácido úrico, creatinina, urea, proteína total y colesterol en suero; a efecto de la suplementación de cromo-L-metionina (MyCroPlex®) en dietas basándose en sorgo (*Sorghum vulgare*) y soya (*Glycine max*) para cerdos en finalización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se efectuó con 48 cerdos (24 machos castrados y 24 hembras) todos ellos de cruce tipo comercial de las razas Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace, de 3,5 a 4,0 meses de edad y  $60,0 \pm 5,0$  kg de PV (Peso Vivo) promedio. Se utilizaron dietas isoproteicas 14,5 % PC e isoenergéticas 3400 kcal EM/kg de MS; suplementadas con Cr-L-metionina (MiCroPlex®) a razón de 0, 200, 400 y 600 ppb. Al alimento se le realizó análisis químico (proteína cruda, No. 988,05; fibra cruda, 962,09; extracto etéreo, 920,39; de acuerdo a métodos de análisis de la Association of Official Analytical Chemists (1997) y se estimó la energía metabolizable mediante el procedimiento de Crampton y Harris (1969) y National Research Council (1988 y 1998). Los animales se distribuyeron al azar formando cuatro tratamientos de 12 animales cada uno (seis machos castrados y seis hembras). Se alojaron en corraletas de 18 m<sup>2</sup>, equipadas con comedero y bebedero automático. El experimento se realizó de agosto a noviembre del 2002, y tuvo una duración de 45 días más siete días de adaptación a la dieta y al manejo.

### Recolección de sangre y análisis químicos

Las muestras de sangre fueron obtenidas por la vena yugular o de la carótida, de tres machos castrados y tres hembras escogidas al azar de cada tratamiento cuando éstos tuvieron aproximadamente 95 kg de PV. Se recolectó 15 ml de sangre por cada animal. Cada muestra se centrifugó a 2.000 rpm por 15 minutos, se separó el suero y se congeló a 0 °C, para su posterior análisis químico de acuerdo a cada determinación.

En las muestras de suero se determinó la concentración de Glucosa, por el método Trinder (Sigma 1990). La urea y ácido úrico, se determinaron por la prueba colorimétrica con el método ortoftalaldehído, adaptado de la reacción propuesta por Jung *et al.* (1975). El nivel de ácido úrico se determinó por el método reportado por Trivedi *et al.* (1978). En el colesterol se usó la prueba enzimático-colorimétrico (Sigma 1989a). La creatinina fue obtenida por la prueba colorimétrico-cinético, por fotometría, descrita por Jaffé (Slot 1965). Proteínas totales en suero se determinó de acuerdo a metodología de Sigma (1989b).

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables: Glucosa, ácido úrico, creatinina, urea, proteínas totales y colesterol, se sometieron a un análisis de varianza bajo un diseño estadístico completamente al azar con igual número de repeticiones en arreglo factorial 2 x 4 (dos para sexo y cuatro para el nivel de cromo). Cada nivel de cromo incluyó 6 unidades experimentales o cerdos (tres hembras y tres machos castrados) de edad, peso y cruce similar. La significancia que se detectó para el efecto de tratamiento se interpretó mediante un ajuste de un modelo de regresión polinomial o tendencia a respuesta (Steel y Torrie 1986).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los metabolitos en suero sanguíneo para el factor sexo no observaron diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos (Cuadro 1). Sin embargo, los niveles promedio de glucosa encontrados para ambos sexos en este trabajo son ligeramente inferiores a los rangos (66,4-116,1 mg/dl) de concentración normal reportados por Merck (2000). Al evaluar concentración de glucosa y colesterol en suero y realizar el análisis estadístico de los mismos (Cuadro 1); éstos fueron afectados ( $P < 0,05$ ) por el nivel de cromo en la dieta. El nivel de glucosa en suero se redujo hasta un 16,0 % cuando los cerdos recibieron cromo en la dieta.

Similar concentración en glucosa reportan Evock-Clover *et al.* (1993) al evaluar suero de cerdos de 60 kg de peso vivo suplementados con picolinato de cromo. De acuerdo a sus investigaciones el picolinito de cromo normaliza la glucosa en plasma lo que similarmente reportan Steele *et al.* (1977). Resultados diferentes a los reportados en esta investigación, encuentran Amoikon *et al.* (1995). Ellos reportan que la glucosa en plasma no fue afectada ( $P > 0,10$ ) por el tratamiento dietético. Steele *et al.* (1977), demostraron que el cromo como factor tolerante a la glucosa (FTG) incrementa la sensibilidad de la insulina en cerdos ya que el FTG es biológicamente activo (Kegley *et al.* 1999; Mathews *et al.* 2001).

**Cuadro 1.** Metabolitos en suero sanguíneo de cerdos machos castrados y hembras en finalización, alimentados con dietas suplementadas con Cr-L-metionina (MiCroPlex®). Saltillo, Coahuila, México. Agosto a noviembre 2002.

| Variables<br>(mg/dl) <sup>1</sup> | Sexo                                       |       |       |       |       |       |         |                               |       |       |       | Nivel<br>normal<br>(mg/dl) <sup>1</sup><br>sangre |            |
|-----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------------------------------|-------|-------|-------|---|------------|
|                                   | Machos castrados                           |       |       |       |       | P     | Hembras |                               |       |       | P     |   |            |
|                                   | Nivel de Cr-L-metionina (ppb) <sup>2</sup> |       |       |       | 1     |       | 2       | Nivel de Cr-L-metionina (ppb) |       |       |       |   |            |
| 0                                 | 200  | 400   | 600   | 0     |       | 200   |         | 400                           | 600   |       |       |   |            |
| Glucosa                           | 68,8                                       | 46,8  | 56,9  | 54,4  | 56,7  | 58,5  | 0,58    | 62,0                          | 56,3  | 61,7  | 53,8  | 0,03  | 66,4-116,1 |
| Ac. Úrico                         | 1,6  | 1,0   | 0,5   | 1,2   | 1,1   | 1,0   | 0,52    | 1,0                           | 0,7   | 1,2   | 0,9   | 0,18  | 0,5-1,95   |
| Creatinina                        | 1,7  | 2,4   | 1,7   | 2,5   | 2,1   | 2,0   | 0,89    | 1,7                           | 2,5   | 2,4   | 1,4   | 0,63  | 0,8-2,3    |
| Urea                              | 276,6                                      | 284,0 | 180,2 | 290,6 | 258,0 | 241,9 | 0,57    | 192,0                         | 281,6 | 262,9 | 231,0 | 0,16  | 82-246     |
| PT*                               | 6,5  | 6,2   | 6,4   | 5,9   | 6,2   | 5,9   | 0,22    | 6,1                           | 6,3   | 5,8   | 5,5   | 0,27  | 5,8-8,3    |
| Colesterol                        | 68,9                                       | 98,7  | 90,5  | 98,3  | 89,1  | 87,4  | 0,8     | 73,8                          | 95,0  | 108,8 | 72,1  | 0,02  | 81,4-134,1 |

\* Proteínas totales

<sup>1</sup> mg/dl = miligramos por decilitro

<sup>2</sup> ppb = partes por billón

<sup>P</sup> Probabilidad

Esto puede ser explicado debido a que el cromo como componente del FTG potencia la actividad de la insulina, lo cual puede ser el motivo de la disminución de glucosa en suero, lo cual en el presente estudio pueda indicar que el cromo esta promoviendo la actividad de la insulina y esta a su vez, transportando la glucosa hacia el interior de las células para su oxidación.

El colesterol en suero se incrementó hasta un 31,5 % con la adición de cromo a la dieta. Sin rebasar el límite superior del rango normal (81,4-134,1mg/dl) reportado por Merk (2000). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Amoikon *et al.* (1995), quienes reportan que el colesterol en plasma se incrementó ( $P < 0,05$ ) cuando los cerdos recibieron cromo como tripicolinato de cromo en la dieta. De la misma manera, Evock-Clover *et al.* (1993), reportan que la suplementación de picolinato de cromo dietético incrementó el colesterol total en cerdos. Sin embargo, resultados diferentes (Page *et al.* 1993), encuentran que el nivel de colesterol total circulante es reducido cuando los cerdos reciben cromo como tripicolinato de cromo en la dieta.

Referente a los resultados encontrados en esta investigación (NRC 1997) al revisar la literatura existente sobre la suplementación del cromo en dietas para cerdos, los resultados indican que la respuesta del cromo en dietas para cerdos fue variable. Además, sugiere que esta variabilidad puede ser debido al estatus del cromo en el animal, la cantidad de cromo disponible en la dieta y/o el estrés ambiental en que se encuentre el animal (Southern y Payne 2003).

La interacción sexo-nivel de cromo para glucosa y colesterol, no fue diferente ( $P > 0,05$ ), lo que puede indicar que actúan de manera independiente.

Es importante mencionar que los valores para ácido úrico, creatinina, urea y proteínas totales encontrados en el suero tanto para hembras y machos castrados como para los tratamientos respectivos y su interacción, no fueron diferentes ( $P > 0,05$ ) y además, se encuentran dentro de los rangos reportados en el manual Merck (2000).

La prueba de tendencia para colesterol resultó de tipo cuadrático, con la siguiente ecuación de predicción:

$$\hat{Y}_i = 71,6245 + 0,171947x_i - 0,000250x_i^2, \text{ con } 0 \leq x \leq 600 \text{ y una } R^2 = 0,997$$

Al estimar los valores por medio de la ecuación de predicción, se observa que la máxima concentración de colesterol se registra cuando agregamos aproximadamente 345 ppb de cromo a la dieta, antes y después de ese nivel desciende la concentración de colesterol en suero; sin rebasar el rango máximo del nivel normal de concentración.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El nivel de glucosa y colesterol fueron afectados por el Cr. A mayor nivel de Cr en la dieta menor concentración de glucosa en suero. Quizás el cromo promovió la actividad de la insulina.

La concentración de colesterol se incrementó con el Cr; pero éste, no rebasó los niveles normales recomendados. Al haber una utilización máxima de la glucosa y síntesis de proteína necesaria para el crecimiento de los animales, lo cual evita la síntesis de colesterol a partir de Acetil-CoA.

Es necesario realizar más investigación sobre la adición del Cr orgánico a la dieta de cerdos y su efecto en la concentración de metabolitos en suero del animal.

## LITERATURA CITADA

- AMOIKON, E. K.; FERNANDEZ, J. M.; SOUTHERN, L. L.; THOMPSON, D. L. JR.; WARD, T. L.; OLCOTT, B. M. 1995. Effect of chromium tripicolinate on growth, glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs. *J. Anim. Sci.* 73:1123-1130.
- ANDERSON, R. A. 1987. Chromium in tissues and fluids. *In:* W. Mertz. ed. Trace elements in human and animal nutrition. 5 ed.. Academic Press, New York. p. 225-244.
- ANDERSON, R. A.; POLANSKY, M. M.; BYRDEN, N. A.; CANARY, J. J. 1991. Supplemental chromium effects on glucose, insulin, glucagon and urinary chromium losses in subjects consuming controlled low-chromium diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 54:909-916.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1997. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. 16 th. Cap. ed. Arlington, USA. p. 4-1, 4-4, 4-13, 4-25 y 4-26.

- CRAMPTON, E. W.; HARRIS, L. E. 1969. Applied animal nutrition. The use of feedstuffs in the formulation of livestock rations. Second edition. W. H. Freeman and Co. USA. p. 56-86.
- EVOCK-CLOVER, C.M.; POLANSKY, M. M.; ANDERSON, R. A.; STEELE, N. C. 1993. Dietary chromium supplementation with or without somatotropin treatment alters serum hormones and metabolites in growing pigs without affecting growth performance. *J. Nutr.* 123:1504-1512.
- JUNG, D.; BIGGS, H.; ERIKSON, J.; LEDYARD, P. U. 1975. New colorimetric reaction for end-point, continuous-flow, and kinetic measurement of urea. *Clin. Chem.* 21:1136-1140.
- KEGLEY, E. B.; FLAKER, T. M.; MAXWELL, C. W. 1999. Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 1):67 (Abstr.).
- LINDEMANN, M. D.; WOOD, C. M.; HARPER, A. F.; KORNEGAY, E. T.; ANDERSON, R. A. 1995. Dietary chromium picolinate additions improve gain:feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. *J. Anim. Sci.* 73:457-465.
- MATTHEWS, J. O.; SOUTHERN, L. L.; FERNÁNDEZ, J. M.; PONTIF, J. E.; BIDNERAND T. D.; ODGAARD, R. L. 2001. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. *J. Anim. Sci.* 79:2172-2178.
- MAVROMICHALIS, J. 1999. A chromium supplement after weaning? *Pig International* 29(3): 23-24.
- MERCK, 2000. Guía de referencia: Bioquímica sérica (criterios de valoración). Manual de Merck de veterinaria. 5 ed. Océano grupo editorial, S. A. Barcelona España. p. 2454-2455.
- MERTZ, W. 1993. Chromium in human nutrition: A review. *J. Nutr.* 123:626-633.
- NRC. 1988. Nutrient requirements of swine. 9 ed. Nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press. Washington DC., USA. p. 3-15; 115-116.
- NRC. 1997. The role of chromium in animal nutrition. Natl. Acad. Press, Washington, D.C.
- NRC. 1998. Nutrient requirements of swine. Tenth Revised Edition. Nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press. Washington DC., USA. p. 51-52.
- PAGE, T. G.; SOUTHERN, L. L.; WARD, T. L.; THOMPSON, D. L. JR. 1993. Effect of chromium picolinate on growth and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 71: 656-662.
- SHELTON, J. L.; PAYNE, R. L.; JOHNSTON, S. L.; BIDNER, T. D.; SOUTHERN, L. L.; ODGAARD, R. L. 2003. Effect of chromium propionate on growth, carcass traits, pork quality and plasma metabolites in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 81:2515-2524.
- SIGMA. 1989a. Cholesterol. Quantitative, enzymatic determination of total cholesterol in serum or plasma at 500 nm. Tech. Bull. No. 352. Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- SIGMA. 1989b. Total protein. Quantitative, colorimetric determination in serum or plasma at 540 nm. Tech. Bull. No. 541. Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- SIGMA. 1990. Glucose (Trinder). Quantitative, enzymatic determination of glucose in serum or plasma at 505 nm. Tech. Bull. No. 315. Sigma Chemical Co., St. Louis, MO.
- SOUTHERN, L. L.; PAYNE, R. L. 2003. Role of chromium in swine nutrition explored. *Feedstuffs*. Vol. 75. 34:1-3.
- SLOT, C. 1965. Plasma creatinine determination. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 17: 381.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE J. H. 1986. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2 ed. McGraw-Hill Publishing Co., New York. USA. p. 132-165, 442-451.
- STEELE, N. C.; ALTHEN, T. G.; FROBISH, L. T. 1977. Biological activity of glucose tolerance factor in swine. *J. Anim. Sci.* 45:1341-1345.
- TRIVEDI, R. C.; LEBRAN, L.; BERTA, E; STONG L. 1978. New enzymatic method for serum uric acid at 500 nm. *Clin. Chem.* 24:1980-1911 (abstract).